

# Estructura del órgano estridulador y análisis de la emisión acústica de *Agapanthia dahli* (Richter, 1821) (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae)

J. M. Hernández

Hernández, J. M., 2011. Estructura del órgano estridulador y análisis de la emisión acústica de *Agapanthia dahli* (Richter, 1821) (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae). *Animal Biodiversity and Conservation*, 34.2: 257–264.

## Abstract

*Structure of the stridulatory organ and analysis of the acoustic signal in Agapanthia dahli (Richter, 1821) (Coleoptera, Cerambycidae).*— *Agapanthia dahli* (Richter, 1821) have a stridulatory organ consisting of a grooved plate or *pars stridens* at the dorsal side of mesonotum and a scraper or *plectrum* in the internal posterior margin of the pronotum. Sound is produced when the insect moves the pronotum, sliding the plectrum against the *pars stridens*. The structure of the signal is typically disyllabic, reflecting the bi-directional movement of *pars stridens* with respect to the plectrum. We describe the stridulatory organ and acoustic signals for the first time, and discuss the possible role of stridulation in this species.

Key words: Acoustic communication, Stridulation, Coleoptera, Cerambycidae, *Agapanthia dahli*.

## Resumen

*Estructura del órgano estridulador y análisis de la emisión acústica de Agapanthia dahli (Richter, 1821) (Coleoptera, Cerambycidae).*— La estructura del órgano estridulador de *Agapanthia dahli* (Richter, 1821) consiste en una placa estriada o *pars stridens* situada en la cara dorsal del mesonoto y un rascador o *plectrum* constituido por un engrosamiento del margen posterior interno del pronoto. El sonido se produce cuando el insecto mueve el pronoto con respecto al mesonoto, deslizando así el *plectrum contra* la *pars stridens*. La estructura de la señal emitida es típicamente bisilábica, reflejando el movimiento bidireccional de la *pars stridens* con respecto al *plectrum*. Se describe por primera vez el órgano estridulador y la señal acústica, y se discute el posible papel de la estridulación en esta especie.

Palabras clave: Comunicación acústica, Estridulación, Coleoptera, Cerambycidae, *Agapanthia dahli*.

(Received: 7 IV 11; Conditional acceptance: 31 V 11; Final acceptance: 14 VI 11)

José M. Hernández, Depto. Zoología y Antropología Física, Fac. de Biología, Univ. Complutense de Madrid, c/Antonio Novais 2 y 4, Ciudad Universitaria, 28040-Madrid, España (Spain).

E-mail: jmh@bio.ucm.es

## Introducción

La comunicación acústica es muy frecuente en muchas familias de coleópteros (Wessel, 2006), siendo la estridulación el método más generalizado (Bailey, 1991; Dumortier, 1963a; Ewing, 1989). A pesar de que este mecanismo aparece en algunas larvas de coleópteros (Leiler, 1992; Wessel, 2006; Zunino, 1987), generalmente está restringido al estado adulto (Crowson, 1981).

En el imago de los Cerambycidae, han sido descritos diversos tipos de producción de sonido, tales como vibración de los élitros (Cheng, 1993). Sin embargo, el método de emisión propio y característico es la estridulación pronotal-mesonotal. La superficie dorsal del mesonoto presenta en su zona media una estriación muy fina contra la que roza el borde posterior afilado del pronoto (Dumortier, 1963a; Hernández et al., 1997; Hernández, 2007). El sonido se produce cuando el insecto dirige, con un rápido movimiento, el pronoto y la cabeza hacia abajo y hacia arriba, produciendo el frotamiento de las estructuras mencionadas en un sentido y, a continuación, en sentido contrario. Son numerosas las especies de coleópteros y otros insectos en las que se han descrito estructuras de este tipo (Álvarez et al., 2006; Cheng, 1991, 1993; Dumortier, 1963a, 1963b; Hernández et al., 2002, 2010; Ruiz et al., 2006).

La comunicación acústica juega un papel muy importante en diferentes comportamientos como alarma, defensa, reclutamiento o cópula; tanto de forma aislada como modulando otro tipo de señales (Gogala, 1985; Hernández, 2007; Kirchner, 1997; Masters, 1979; Ohya, 1996; Wessel, 2006).

En el presente trabajo se describe el órgano estridulador de *Agapanthia dahlia*, así como las características acústicas de la señal emitida.

## Material y métodos

Los ejemplares estudiados fueron recolectados en el Lerma (Burgos) el 13 de junio de 2009 y se encuentran depositados en la Colección del Departamento de Zoología y Antropología Física de la Universidad Complutense de Madrid (UCME) (tabla 1).

Las grabaciones fueron realizadas en laboratorio entre 22 y 24°C, inmovilizando a los individuos sobre un micrófono SONY ECM F8 conectado a una tarjeta digitalizadora de audio Sound Blaster Extigy, registrándose en formato WAVE PCM monofónico a 16 bits y 44100 Hz de muestreo. Para el análisis de los sonogramas, así como del espectro de frecuencias, se utilizaron los editores de audio digital Gold Wave v. 5.0. y Audacity 1.2.6. Los espectrogramas se obtuvieron con un tamaño de FFT de 256 y función de ventana Hamming. Las grabaciones se encuentran depositadas en la Fonoteca del Departamento de Zoología y Antropología Física de la Universidad Complutense de Madrid (Facultad de Biología, c/José Antonio Novais, 2 y 4; 28040-Madrid; España) (tabla 1).

Para el estudio anatómico del órgano estridulador se procedió a separar el pronoto del mesonoto en

cada individuo, dejando al descubierto la cara superior del primero y el borde posterior interno del segundo, donde se sitúan el *plectrum* y la *pars stridens*, respectivamente. Ambas piezas fueron montadas en tarjetas entomológicas de cartulina. Las medidas de la *pars stridens* fueron tomadas sobre moldes de laca de uñas, que se realizaron aplicando ésta sobre la estructura, retirándose tras dejarse secar 24 horas a temperatura ambiente. A continuación, el molde se montó en un portaobjetos, cubriéndose con un cubreobjetos fijado con cinta autoadhesiva. Estos moldes fueron fotografiados con una cámara Opticom Pro5 adaptada a un microscopio Jaelsa Series B1 y conectada a una tarjeta digitalizadora Nvidia GeForce 8400 GS para PC. Las variables medidas fueron longitud: distancia entre la parte anterior y la posterior, anchura: la anchura máxima, y distancia entre estrías, que se calculó midiendo desde el principio de una estría hasta el principio de la siguiente. Para la obtención de microfotografías se utilizó un microscopio electrónico de barrido (JEOL, mod. JM-6400) con microsonda electrónica de 40 Kv del Centro de Microscopía Electrónica 'Luis Bru' de la Universidad Complutense de Madrid, previa metalización de las muestras con oro.

## Resultados y discusión

El órgano estridulador en *Agapanthia dahlia* se encuentra constituido por una *pars stridens* situado en la cara superior del mesonoto, que en reposo queda total o parcialmente cubierta por el pronoto, cuyo borde posterior interno constituye el *plectrum* o rascador. La *pars stridens* consiste en una región de forma elíptica, glabra y finamente estriada (fig. 1A), situada en el centro del mesonoto y con eje mayor longitudinal; las medidas se encuentran reflejadas en la tabla 2. El macho presenta una *pars stridens* algo más pequeña que la hembra, tanto en longitud como en anchura, conservando la misma proporción y forma.

Las estrías están formadas por estrechas costillas dispuestas regularmente de forma paralela. La anchura de estas estrías es de 3 µm en la hembra y 4 µm en el macho (tabla 2). Esta diferencia, unida al mayor tamaño de la *pars stridens* femenina, hace que la hembra presente netamente una mayor cantidad de estrías. La estriación pierde su regularidad en los márgenes laterales de la *pars stridens*, transformándose en un relieve irregular en el resto del terguito, con abundantes setas (fig. 1B). A pesar de que en otros Lamiinae hayan sido descritas diferencias entre ambos sexos (Hernández et al., 1997), los datos disponibles para *Agapanthia dahlia* no permiten discernir si éstas son significativamente mayores a las posibles diferencias interindividuales.

El *plectrum* está formado por el borde posterior interno del pronoto, que se encuentra engrosado formando una costilla transversal cubierta de setas en su parte posterior y glabra en la cara interna (fig. 2).

El sonido se produce cuando el insecto flexiona y extiende la cabeza y el pronoto, con respecto al resto del cuerpo. De esta forma, el *plectrum* situado

Tabla 1. Datos de captura y grabaciones del material estudiado.

Table 1. Capture and recording data of the studied material.

Individuo	Sexo	Localidad	Fecha	Nº Fonoteca	Fecha
UCME 11967*	♀	Lerma (Burgos)	13 VI 2009	9720090724–189 (Grab1)	16 VI 2009
				9720090724–191 (Grab2)	17 VI 2009
UCME 11968*	♂	Lerma (Burgos)	13 VI 2009	9720090724–190 (Grab3)	16 VI 2009
				9720090724–192 (Grab4)	17 VI 2009

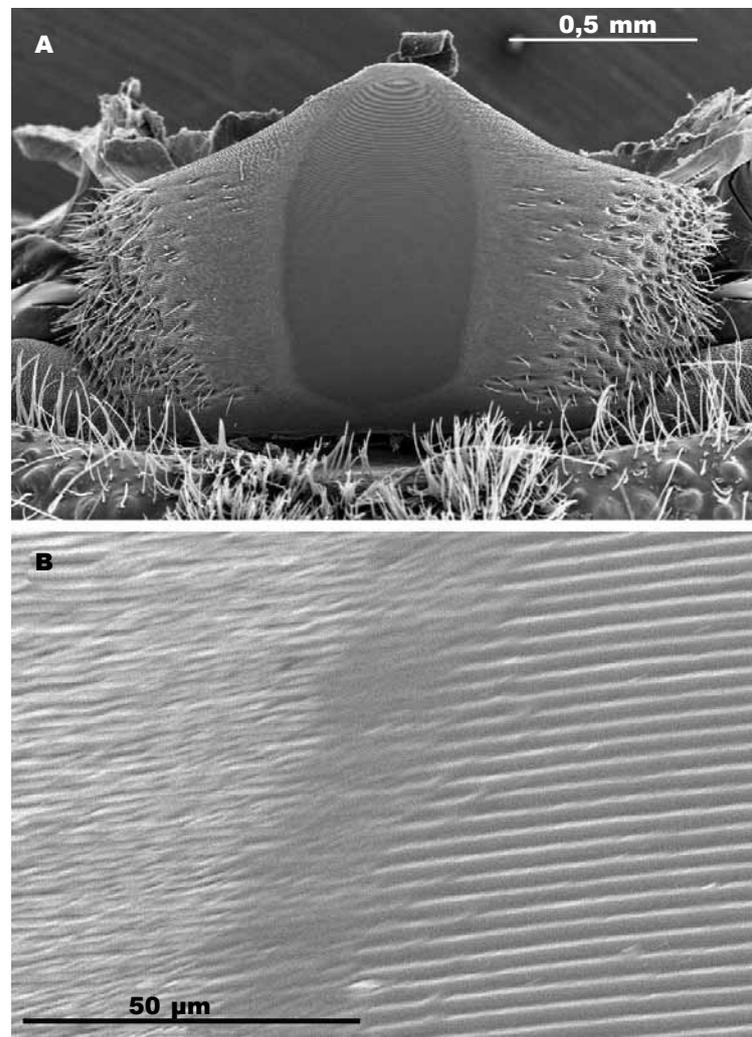


Fig. 1. *Pars stridens* de la hembra de *Agapanthia dahlia*: A. Vista general del mesonoto (50 x); B. Margen izquierdo de la *pars stridens* (1.000 x).

Fig. 1. *Pars stridens* of an *Agapanthia dahlia* female: A. General view of mesonote (50 x); B. Left margin of the *pars stridens* (1,000 x).

Tabla 2. Medidas de la *pars stridens* en *Agapanthia dahli*.Table 2. Measurements of *pars stridens* in *Agapanthia dahli*.

Variable	UCME 11967–Hembra			UCME 11968–Macho		
	n	$\bar{x}$	$\sigma$	n	$\bar{x}$	$\sigma$
Longitud del <i>pars stridens</i>	1	886 $\mu\text{m}$	–	1	798 $\mu\text{m}$	–
Anchura del <i>pars stridens</i>	1	512 $\mu\text{m}$	–	1	498 $\mu\text{m}$	–
Índice longitud/anchura	1	1,7	–	1	1,6	–
Anchura estría	51	3,066 $\mu\text{m}$	0,211	46	3,967 $\mu\text{m}$	0,252

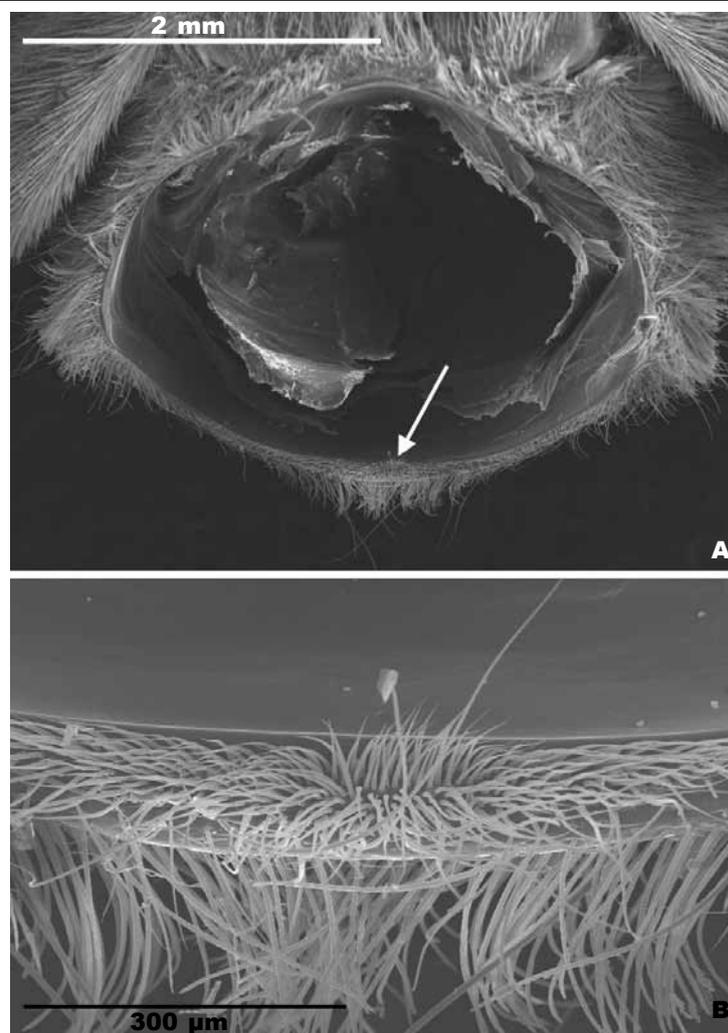


Fig. 2. Borde posterior interno del pronoto de la hembra de *Agapanthia dahli* mostrando el *plectrum*: A. Vista general (25 x); B. Detalle de la región central (50 x).

Fig. 2. Internal posterior margin of pronotum of *Agapanthia dahli* female, showing *plectrum*: A. General view (25 x); B. Detail of central region (50 x).

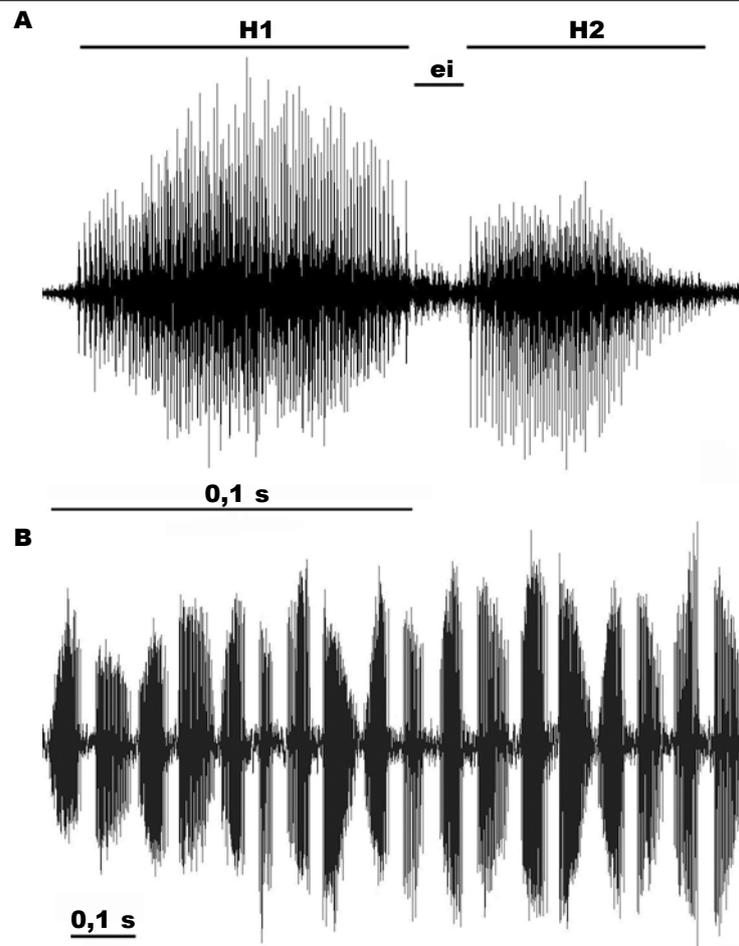


Fig. 3. Oscillograma de la emisión de *Agapanthia dahlia*: A. Duplosílaba; H1. Hemisílaba primera; H2. Hemisílaba segunda; ei. Espacio intersilábico; B. Secuencia con varias sílabas.

*Fig. 3. Oscillogram of acoustic emission of Agapanthia dahlia*: A. Duplosyllable; H1. First hemisyllable; H2. Second hemisyllable; ei. Intersyllable silence; B. Several syllable sequences.

en el pronoto se frota contra la *pars stridens* en el mesonoto, recorriéndolo longitudinalmente tanto durante el movimiento de flexión como en el de extensión. La estridulación se produce así en forma de secuencias correspondientes al intervalo durante el que el insecto está realizando los movimientos de cabeza y pronoto. La duración de la secuencia de emisión suele prolongarse mientras se mantiene al individuo inmovilizado, alcanzando más de un minuto de emisión ininterrumpida (fig. 3B). El sonido emitido es audible para el oído humano y puede escucharse a una distancia de varios centímetros.

La secuencia de emisión se estructura en un número variable de pulsos dobles (sílabas), donde cada uno de los dos pulsos (hemisílabas) corresponde a los movimientos de flexión y extensión del pronoto con respecto al mesonoto. La estructura típica consiste en una primera hemisílaba con mayor amplitud y

una segunda menos intensa, ambas de una duración similar, entre los 41 y los 108 ms, y separadas por una pequeña pausa –espacio intrasilábico– de unos 19–53 ms. Entre una sílaba y la siguiente se efectúa una pausa de extensión variable –espacio intersilábico (tabla 3, fig. 3B).

La duración de cada sílaba se encuentra directamente relacionada con la velocidad con la que el insecto realiza los movimientos, al tardar el *plectrum* más o menos tiempo en recorrer la extensión de la *pars stridens*, así como por la duración de la pausa (silencio) entre uno y otro movimiento. Esta velocidad depende del estado de excitación y fatiga del individuo (Hernández, 2007). Así, podemos observar diferencias significativas en cuanto a la duración de los pulsos, los espacios intra e intersilábicos y consecuentemente en la tasa de emisión, incluso en el mismo individuo (tabla 3).

Tabla 3. Estadísticas para las características del sonograma en *Agapanthia dahlia*. Véase el texto para la explicación.

Table 3. Statistical characteristics of the sonogram in *Agapanthia dahlia*. See the text for explanation.

		UCME 11967–Hembra			UCME 11968–Macho		
		Grab1	Grab2	Total	Grab3	Grab4	Total
1ª Hemisilaba	n	335	350	685	57	41	98
	$\bar{x}$ (ms)	70,7	41,4	55,7	108,4	87,1	99,5
	$\sigma$ (ms)	24,8	16,2	25,4	29,7	29,7	31,3
2ª Hemisilaba	n	333	349	682	47	26	73
	$\bar{x}$ (ms)	70,9	41,6	55,9	110,2	70,9	96,2
	$\sigma$ (ms)	20,4	16,4	23,6	24,7	34,3	34
Espacio intrasilábico	n	333	349	682	47	22	69
	$\bar{x}$ (ms)	19,5	28,1	23,9	53,1	23,9	43,7
	$\sigma$ (ms)	9,6	26,8	20,7	81,5	23,2	69,6
Espacio intersilábico	n	335	350	685	57	40	97
	$\bar{x}$ (ms)	23,3	41,9	32,8	771,4	980	857,4
	$\sigma$ (ms)	8,3	91,2	66,1	1.669,3	1.067,1	1.448,7
Tasa de emisión (total)		5,56	6,67	6,09	0,9	0,67	0,79
Tasa de emisión (secuencias)		5,56	6,67	6,09	3,83	5,16	4,65

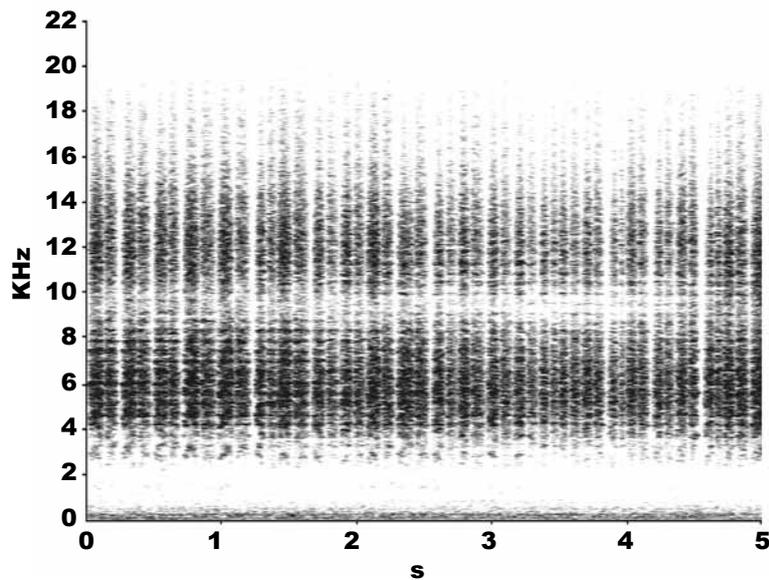


Fig. 4. Espectrograma de *Agapanthia dahlia*.

Fig. 4. Spectrogram of *Agapanthia dahlia*.

No obstante, la variación en la extensión de ambas hemisílabas es menor que la que se produce en los silencios, especialmente durante el espacio intersilábico, que puede alcanzar varios segundos. De esta forma, la tasa de emisión varía considerablemente si consideramos todo el período de grabación (tabla 3: tasa de emisión total) o únicamente los intervalos donde el insecto está realizando movimientos de forma regular (tabla 3: tasa de emisión secuencias); en este segundo caso, la tasa de emisión es más similar y se sitúa entre los 3,8 y 6,7 sílabas por segundo de media.

El macho ha presentado una mayor duración tanto en las dos hemisílabas como en los espacios intrasilábicos y especialmente intersilábicos, debido a una estridulación más lenta e irregular, estructurada en grupos de pulsos separados por intervalos de silencio de duración muy variable (tabla 3). La hembra, por el contrario, ha realizado una estridulación mucho más regular durante todas las secuencias, con unos espacios intersilábicos comparables a los intrasilábicos. Como resultado, la tasa de emisión total es casi ocho veces más elevada en la hembra, mientras que si consideramos únicamente los intervalos de estridulación, la diferencia se reduce a un 30%.

No obstante, y al igual que ocurría con la estructura del órgano estridulador, las diferencias encontradas con respecto a la señal acústica emitida deben tomarse con la suficiente reserva. Al haberse estudiado un único ejemplar de cada sexo, no podemos concluir si las variaciones entre ambos individuos son debidas exclusivamente a un dimorfismo sexual o a meras variaciones interindividuales.

El espectro de emisión presenta una frecuencia comprendida aproximadamente entre 2,5 y 16 kHz, con dos picos de mayor energía en torno a los 6 y 12 kHz. La frecuencia es idéntica en ambas hemisílabas, y sin variación a lo largo de la secuencia (fig. 4).

La frecuencia de emisión en *Agapanthia dahli* resulta así algo más amplia y elevada que en otros Cerambycidae como *Tetraopes tetraophthalmus* (Forster, 1771) y *T. femoratus* LeConte, 1847, con un espectro situado entre los 1,5 y 8 kHz (Alexander et al., 1963) o en varias especies del género *Iberodorcadion* Breuning, 1943, situadas entre 1,5 y 14 kHz (Hernández et al., 1997; Hernández, 2007). Sin embargo en *Cerambyx cerdo* Linneo, 1758 ha sido descrita una estridulación que alcanza una frecuencia de 20 kHz (Dumortier, 1963b). Diferencias específicas en la frecuencia de emisión también han sido descritas en otros Cerambycidae como *Tylocerina nodosus* (Fabricius, 1775), *Neacanthocinus obsoletus* (Olivier, 1795), *Monochamus titillator* (Fabricius, 1775) y *Plectrodera scalator* (Fabricius, 1792) (Finn et al., 1972).

En todos estos casos, únicamente se ha observado estridulación cuando el insecto es molestado, cesando ésta cuando finaliza el estorbo (Alexander et al., 1963; Finn et al., 1972; Hernández et al., 1997; Hernández, 2007). Estos datos coinciden con los presentados en este trabajo, dado que la emisión de sonido únicamente se produce cuando el insecto es molestado o inmovilizado, no habiéndose observado estridulación espontánea en ningún momento.

En el caso concreto de *Agapanthia dahli*, algunos aspectos como el hecho de que ambos sexos dispongan de órgano estridulador y emitan una señal similar, el amplio espectro de frecuencia abarcada, así como la producción de sonido exclusivamente como respuesta al contacto o molestia, nos inclinan a pensar que se trata de una estridulación de defensa poco específica (Eisner et al., 1974; Gorb, 1998; Hernández et al., 1997)

## Referencias

- Alexander, R. D., Moore, T. E. & Woodruff, R. E., 1963. The evolutionary differentiation of stridulatory signals in beetles. *Animal Behaviour*, 11: 111–115.
- Álvarez, M., Martínez, M. D., Ruiz, E. & Hernández, J. M., 2006. Estudio comparado del pars stridens en las obreras de cinco nidos de *Aphaenogaster senilis* Mayr, 1853 (Hymenoptera, Formicidae). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biología)*, 101(1–4): 93–98.
- Bailey, W. J., 1991. *Acoustic behaviour of insects. An evolutionary perspective*. Chapman and Hall, London.
- Cheng, J. Q., 1991. Sound production in Longhorned Beetles: stridulation and associated behaviour of the adult (Coleoptera: Cerambycidae). *Scientia Sinica Sinica*, 27(3): 234–237.
- 1993. A study on the acoustical properties of thoracic stridulation and elytral vibration sounding in beetle *Anoplophora horsfieldi* (Hope) (Coleoptera: Cerambycidae). *Acta Entomologica Sinica*, 36(2): 10–15.
- Crowson, R. A., 1981. *The Biology of the Coleoptera*. Academic Press, London.
- Dumortier, B., 1963a. Morphology of sound emission apparatus in Arthropoda. In : *Acoustic behaviour of animals*. Chapter 11: 277–345 (R. G. Busnell, Ed.). Elsevier Publishing Co, New York.
- 1963b. The physical characteristics of sounds emissions in Arthropoda. In : *Acoustic behaviour of animals*. Chapter 12: 346–373 (R. G. Busnell, Ed.). Elsevier Publishing Co, New York.
- Eisner, T., Aneshansley, D., Eisner, M., Rutowsky, R., Chong, B. & Meinwald, J., 1974. Chemical defense and sound production in Australian tenebrionid beetles (*Adelium* spp.). *Psyche*, 81: 189–208.
- Ewing, A. W., 1989. *Arthropod bioacoustics. Neurobiology and behaviour*. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Finn, W. E., Mastro, V. C. & Payne, T. L., 1972. Stridulatory Apparatus and Analysis of the Acoustics of Four Species of the Subfamily Lamiinae (Coleoptera: Cerambycidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 65(3): 644–647.
- Gogala, M., 1985. Vibrational communication in insects (biophysical and behavioural aspects). In: *Acoustic and Vibrational Communication in Insects*: 117–126 (K. Kalmring & N. Eisner, Eds.). Paul Parey, Berlin.
- Gorb, R. N., 1998. Frictional surfaces of the elytral-to-body arresting mechanism in tenebrionid beetles (Coleoptera: Tenebrionidae) design of co-opted

- fields of microtrichia and cuticle ultrastructure. *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 27(3): 205–225.
- Hernández, J. M., 2007. Estridulación provocada por la interacción entre coespecíficos en la especie *Iberodorcadion (Hispanodorcadion) perezii hispanicum* (Mulsant, 1851) (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 31(3–4): 259–269.
- Hernández, J. M., Gamarra, P. & Outerelo, R., 2010. Características morfológicas y bioacústicas de la estridulación en *Phylan (Phylan) foveipennis foveipennis* (Mulsant & Rey, 1854) (Coleoptera, Tenebrionidae). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biológica)*, 104: 85–94.
- Hernández, J. M., García, D. & Gamarra, P., 1997. Comunicación acústica en algunas especies de *Iberodorcadion* Breuning, 1943 (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae). *Elytron*, 11: 51–62.
- Hernández, J. M., Martínez, M. D. & Ruiz, E., 2002. Descripción del órgano estridulador en *Messor barbarus* (Linneo, 1767) (Hymenoptera, Formicidae). *Anales de Biología*, 24: 167–174.
- Kirchner, W. H., 1997. Acoustical communication in social insects. In: *Orientation and Communication in Arthropods*: 273–300 (M. Lehrer, Ed.). Birkhäuser Verlag, Basel.
- Leiler, T. E., 1992. Ljudalstring hos Lamiinae-larver (Coleoptera, Cerambycidae). *Entomologisk Tidskrift*, 113: 55–56.
- Masters, W. M., 1979. Insect disturbance stridulation: Its Defensive role. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 5: 187–200.
- Ohya, E., 1996. Sound communications of two species of pleasing fungus beetles *Dacne japonica* and *D. picta* (coleoptera: Erotylidae) using two types of sound producing apparatus. *Proceedings of XX International Congress of Entomology; Firenze, Italy*: 374.
- Ruiz, E., Martínez, M. H., Martínez, M. D. & Hernández, J. M., 2006. Morphological study of the Stridulatory Organ in two species of *Crematogaster* genus: *Crematogaster scutellaris* (Olivier 1792) and *Crematogaster auberti* (Emery 1869) (Hymenoptera: Formicidae). *Annales de la Société Entomologique de France (n.s.)*, 42(1): 99–105.
- Wessel, A., 2006. Stridulation in Coleoptera – An Overview. In *Insects Sounds and Communication. Physiology, Behaviour, Ecology and Evolution*: 397–403 (S. Drosopoulos & M. F. Caridge, Eds.). Taylor & Francis, New York.
- Zunino, M., 1987. Larval stridulation and feeding behaviour in Trogid beetles (Coleoptera). *Bolletino delle Accademia Gioenia di Scienze Naturali*, 20(332): 299–300.
-